

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	ターム (参考)
H 0 4 B 1/26		H 0 4 B 1/26	P 5 K 0 2 0
H 0 3 J 3/28		H 0 3 J 3/28	5 K 0 5 8

審査請求 未請求 請求項の数10 OL (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2000-301768(P2000-301768)

(22) 出願日 平成12年10月2日 (2000.10.2)

(71) 出願人 591220850

新潟精密株式会社

新潟県上越市西城町2丁目5番13号

(72) 発明者 宮城 弘

新潟県上越市西城町2丁目5番13号 新潟  
精密株式会社内

(74) 代理人 100103171

弁理士 雨貝 正彦

Fターム (参考) 5K020 CC01 CC03 DD22 DD26 EE04

GG00 GG04 GG10 HH04 JJ02

NN10

5K058 AA10 AA17 AA19 BA08 CA02

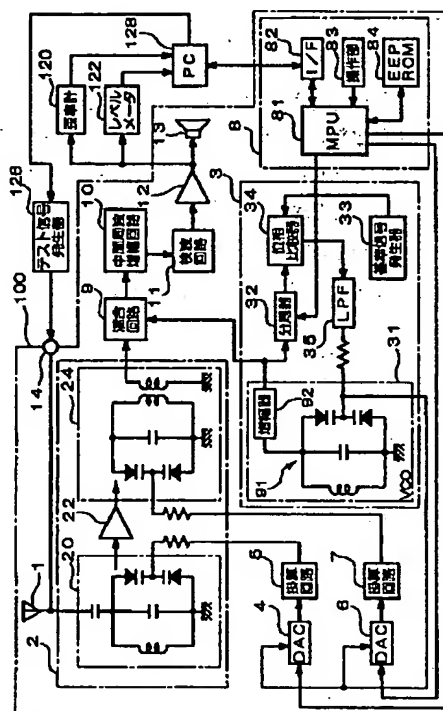
DA02 DA14 EA08 EA17 GA13

(54) 【発明の名称】 受信機およびそのトラッキング調整方法

## (57) 【要約】

【課題】 トラッキング調整に要する時間を短縮することができ、温度補償が不要であり、電源電圧の変動によるトラッキングエラーの増大を防止することができる受信機およびそのトラッキング調整方法を提供すること。

【解決手段】 DAC 4は、局部発振器3内のローパスフィルタ35から出力される制御電圧をデジタル-アナログ変換時の参照電圧として用いて、MPU 81から入力されるデータD<sub>i</sub>の値に応じた電圧を生成する。掛算回路5は、DAC 4の出力電圧に対して所定の乗数のアナログ掛算を行う。掛算回路5の出力電圧は、同調電圧として高周波同調回路20に印加される。EEPROM 84には、局部発振周波数の中央値においてトラッキングエラーが最小となる時の同調電圧に対応したDAC 4の入力データD<sub>i</sub>の値が予め測定され、格納されており、MPU 81は、EEPROM 84からデータD<sub>i</sub>を読み出してDAC 4に入力する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 同調電圧に応じた受信周波数の放送波を受信する高周波受信回路と、  
制御電圧に応じた周波数の局部発振信号を生成する局部発振器と、  
前記高周波受信回路から出力される信号と前記局部発振信号とを混合してその差分周波数に対応する中間周波信号を出力する混合回路と、  
前記制御電圧に対して所定のオフセット電圧を設定するオフセット回路と、  
前記制御電圧に対して所定の乗数のアナログ掛算を行う掛算回路と、  
を備え、前記制御電圧を前記オフセット回路と前記掛算回路に通した電圧を前記同調電圧として前記高周波受信回路に印加することを特徴とする受信機。

【請求項 2】 請求項 1 において、  
前記掛算回路の乗数は、前記局部発振器によって生成する前記局部発振信号の周波数の可変範囲と、前記高周波受信回路の受信周波数の可変範囲とに基づいて設定することを特徴とする受信機。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 において、  
前記オフセット回路は、デジタル・アナログ変換器であり、前記制御電圧を参照電圧として用いるとともに、入力データを調整することにより前記オフセット電圧を設定することを特徴とする受信機。

【請求項 4】 請求項 3 において、  
前記オフセット電圧は、前記局部発振信号の周波数をその可変範囲に含まれる任意の値に設定したときにトラッキングエラーが最小となるように設定されていることを特徴とする受信機。

【請求項 5】 請求項 4 において、  
前記オフセット電圧は、前記局部発振信号の周波数に応じて切り替えられる複数の値が用意されており、前記局部発振信号の周波数の可変範囲の全域に対応するトラッキングエラーが所定値以下となるように設定されていることを特徴とする受信機。

【請求項 6】 請求項 3 において、  
前記局部発振信号の周波数の可変範囲の全域に対応するトラッキングエラーが所定値以下となるように設定された前記オフセット電圧の生成に必要な前記入力データを格納するメモリと、  
前記メモリに格納されている前記入力データを読み出して前記デジタル・アナログ変換器に入力することにより、前記局部発振信号の周波数に対応する前記オフセット電圧の値を設定する電圧値設定手段と、  
を備えることを特徴とする受信機。

【請求項 7】 請求項 1～6 のいずれかの受信機のトラッキング調整を行うトラッキング調整方法であって、  
前記受信機の受信周波数をその可変範囲に含まれる任意の値に設定するとともに、このときの受信周波数と同じ

周波数を有する所定のテスト信号を前記高周波受信回路に入力する第 1 のステップと、  
前記第 1 のステップにおいて各種の設定が行われた後の前記受信機のトラッキングエラーが最小となるように、  
前記オフセット回路によって設定される前記オフセット電圧の値を設定する第 2 のステップと、  
を有することを特徴とする受信機のトラッキング調整方法。

【請求項 8】 請求項 7 において、  
10 前記可変範囲の上限値あるいは下限値近傍におけるトラッキングエラーが大きいときに、これらの上限値あるいは下限値が含まれる一部の周波数帯域について前記オフセット電圧の値を変更して設定する第 3 のステップを有することを特徴とする受信機。

15 【請求項 9】 請求項 6 の受信機のトラッキング調整を行うトラッキング調整方法において、  
前記受信機の受信周波数をその可変範囲に含まれる任意の値に設定するとともに、このときの受信周波数と同じ周波数を有する所定のテスト信号を前記受信機に入力する第 4 のステップと、  
20 前記第 4 のステップにおいて各種の設定が行われた後の前記受信機のトラッキングエラーが最小となるように、前記デジタル・アナログ変換器の入力データを設定する第 5 のステップと、  
25 前記第 5 のステップにおいて設定された前記入力データを前記メモリに格納する第 6 のステップと、  
を有することを特徴とする受信機のトラッキング調整方法。

【請求項 10】 請求項 9 において、  
30 前記可変範囲の上限値あるいは下限値近傍におけるトラッキングエラーが大きいときに、これらの上限値あるいは下限値が含まれる一部の周波数帯域について前記デジタル・アナログ変換器の入力データの内容を変更して設定する第 7 のステップと、  
35 前記第 7 のステップにおいて設定された変更後の前記デジタル・アナログ変換器の入力データを前記メモリに格納する第 8 のステップと、  
を有することを特徴とする受信機のトラッキング調整方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、スーパーヘテロダイン方式を採用した受信機およびそのトラッキング調整方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 一般に、AM 放送や FM 放送等の放送波を受信する受信機では、その受信方式としてスーパーヘテロダイン方式が採用されている。スーパーヘテロダイン方式は、受信した放送信号に対して所定の局部発振信号を混合することにより、受信信号の周波数（受信周波

数)には依存しない一定の周波数を有する中間周波信号に変換し、その後、検波処理や増幅などを行って音声信号を再生する受信方式であり、他の受信方式に比べて感度や選択度等が優れているという特徴をもっている。

【0003】図8は、スーパーヘテロダイン方式を採用した従来の受信機の構成を示す図である。同図に示す従来の受信機は、アンテナ200、高周波受信回路202、局部発振器204、混合回路206、中間周波増幅回路208、MPU210、メモリ212、操作部214、デジタル-アナログ変換器(DAC)216を含んで構成されている。

【0004】従来の受信機では、高周波受信回路202に対して印加される同調電圧と受信周波数との関係を示すデータがメモリ212に格納されている。MPU210は、メモリ212に格納されているデータに基づいて、同調電圧を生成するために必要なデータを算出し、DAC216に入力する。このDAC216によって所望の値を有する同調電圧が生成され、高周波同調回路202に印加される。

【0005】図9は、メモリ212に格納されるデータの内容を示す図である。同図に示すように、受信周波数の可変範囲を $f_1 \sim f_2$ とすると、この可変範囲内において、例えば、いくつかの受信周波数 $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$ 、 $f_4$ 、 $f_5$ に対応した同調電圧 $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$ 、 $V_4$ 、 $V_5$ が予め測定されており、これら複数の同調電圧を生成するために必要なDAC216の入力データがメモリ212に格納されている。そして、高周波受信回路202の受信周波数を上述した $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$ 、 $f_4$ 、 $f_5$ 以外の値に設定する場合には、MPU210は、その近傍の2つの受信周波数に対応するDAC216の入力データをメモリ212から読み出して直線補間演算を行って所望の受信周波数を生成するために必要な入力データを求め、これをDAC216に入力する。このようにして所定の同調電圧がDAC216から高周波受信回路202に印加され、所望の受信周波数が設定される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した従来方式を用いて局部発振器204の発振周波数に連動させて高周波受信回路202の同調周波数を設定する場合には、(1)トラッキング調整に時間がかかる、(2)温度補償が難しい、(3)電源電圧の変動に弱い、などの問題があった。

【0007】上述したように、DAC216を用いて適切な同調電圧を設定するためには、図9に示したような複数の同調電圧 $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$ 、 $V_4$ 、 $V_5$ を予め測定するトラッキング調整を行う必要がある。例えば、同調電圧 $V_1$ を測定するということは、同調周波数 $f_1$ に対応する周波数の局部発振信号を局部発振器204から出力した状態で、DAC216の入力データの値

を可変し、トラッキングエラーが最小になる同調電圧 $V_1$ を求めることになる。通常、トラッキングエラーが最小であるか否かは歪率計とレベルメータを用いて測定されており、歪率計を用いた歪率測定は、出力値の安定を待たために10~20秒程度の時間が必要になる。このような測定が各同調電圧毎に必要なため、トラッキング調整にかかる時間が長くなる。

【0008】また、一般に高周波受信回路202は、使用される素子の特性が温度によって変化するため、DAC216から出力される同調電圧が一定であっても同調周波数が温度とともに変化する。これに対し、局部発振器204は、一般には電圧制御発振器や可変分周器を含むPLL(位相同期ループ)構成を有するため、使用される素子の特性が温度によって変化しても、可変分周器の分周比によって決まる局部発振信号の周波数が変化することはない。このように、温度変化に連動して同調周波数のみが変化し、局部発振信号の周波数は変化しないため、温度変化に伴ってトラッキングエラーが増大する。このような不都合を回避するためには、別に温度補償回路を備える必要があるが、同調周波数の全域において温度補償を行って、トラッキングエラーの増大を防止することは容易ではなく、しかも回路規模が大きくなってしまいう問題も新たに生じる。

【0009】さらに、図8に示した受信機の電源電圧が変動する場合、例えば電池で駆動される携帯受信機や車載バッテリーで駆動されるカーラジオ等においてその駆動電圧が低下した場合に、DAC216の出力電圧が電源電圧の低下に連動して低くなるため、MPU210が所望の同調周波数を設定しようとしても同調電圧が低下してしまい、トラッキングエラーが大きくなる。

【0010】本発明はこのような点に鑑みて創作されたものであり、その目的は、トラッキング調整に要する時間を短縮することができ、温度補償が不要であり、電源電圧の変動によるトラッキングエラーの増大を防止することができる受信機およびそのトラッキング調整方法を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するために、本発明の受信機は、高周波受信回路、局部発振器、混合回路、オフセット回路、掛算回路を備えている。高周波受信回路は、同調電圧に応じた受信周波数の放送波を受信する。局部発振器は、制御電圧に応じた周波数の局部発振信号を生成する。混合回路は、高周波受信回路から出力される信号と局部発振信号とを混合してその差分周波数に対応する中間周波信号を出力する。オフセット回路は、制御電圧に対して所定のオフセット電圧を設定する。掛算回路は、制御電圧に対して所定の乗数のアナログ掛算を行う。本発明の受信回路は、これらの構成により、制御電圧をオフセット回路と掛算回路に通した電圧を同調電圧として高周波受信回路に印加して

いる。

【0012】制御電圧に基づいて同調電圧を生成しているため、デジタルーアナログ変換器を用いた従来の受信機のように、トラッキングエラーが最小となる複数の同調電圧を測定によって求める必要がなく、トラッキング調整に要する時間を短縮することができる。

【0013】また、上述した掛算回路の乗数は、局部発振器によって生成する局部発振信号の周波数の可変範囲と、高周波受信回路の受信周波数の可変範囲とに基づいて設定することが望ましい。局部発振信号の可変範囲の中心周波数と高周波受信回路の受信周波数の可変範囲の中心周波数とは中間周波数分だけずれているため、それぞれの可変幅を一致させた場合であってもこれらの可変範囲に対応する制御電圧の可変幅と同調電圧の可変幅は同じにならないが、制御電圧に所定の乗数をアナログ乗算することにより、これら各電圧の可変幅の相違を一致させることができる。

【0014】また、上述したオフセット回路を、制御電圧を参照電圧として用いたデジタルーアナログ変換器で実現し、入力データを調整することによりオフセット電圧を設定することが望ましい。デジタルの入力データの値を調整することによりオフセット電圧の値を可変することができるため、プロセッサ等を用いてオフセット電圧の調整を行うことができるようになり、オフセット電圧の設定に要する手間を低減することができる。また、周囲温度が変化して制御電圧の値が変動したときに、高周波受信回路に印加される同調電圧の値も制御電圧に連動して変動するため、高周波受信回路と局部発振器とを類似した構成にするだけで温度補償を行うことができるようになり、複雑な回路による温度補償が不要になる。

【0015】また、上述したオフセット電圧は、局部発振信号の周波数をその可変範囲に含まれる任意の値に設定したときにトラッキングエラーが最小となるように設定することが望ましい。歪率計等を用いて行われるトラッキング調整の回数を減らすことにより、この調整に要する時間を短縮することができる。

【0016】また、オフセット電圧は、局部発振信号の周波数に応じて切り替えられる複数の値を用意しておいて、局部発振信号の周波数の可変範囲の全域に対応するトラッキングエラーが所定値以下となるように設定することが望ましい。局部発振信号の周波数可変範囲の中心値における最適なトラッキング調整が行われてこの近傍の周波数範囲に対応する所定のオフセット電圧が設定されているが、局部発振信号の周波数がこの中心値からずれるにしたがってトラッキングエラーが大きくなる傾向がある。このため、局部発振信号の周波数可変範囲の全域を複数の領域に区切って、各区分領域毎に異なる値を有するオフセット電圧を設定し、各区分領域毎にオフセット電圧を切り替えることにより、周波数可変範囲の全域において容易にトラッキングエラーを小さくすること

ができる。

【0017】また、上述した局部発振信号の周波数の可変範囲の全域に対応するトラッキングエラーが所定値以下となるように設定されたオフセット電圧の生成に必要な入力データを格納するメモリと、このメモリに格納されている入力データを読み出してデジタルーアナログ変換器に入力することにより、局部発振信号の周波数に対応するオフセット電圧の値を設定する電圧値設定手段とを備えることが望ましい。メモリに格納されている入力データを読み出してデジタルーアナログ変換器に入力することにより、最適なオフセット電圧を生成することができるため、最適な調整がなされた後のオフセット電圧の設定が容易となる。

【0018】また、本発明の受信機のトラッキング調整方法では、第1のステップにおいて、受信機の受信周波数をその可変範囲に含まれる任意の値に設定するとともに、このときの受信周波数と同じ周波数を有する所定のテスト信号を高周波受信回路に入力する。第2のステップにおいて、第1のステップにおいて各種の設定が行われた後の受信機のトラッキングエラーが最小となるように、オフセット回路によって設定されるオフセット電圧の値を設定する。受信周波数の可変範囲に含まれる任意の値においてトラッキングエラーの測定が実施されるため、この測定の回数を減らすことにより、トラッキング調整に要する時間を短縮することができる。

【0019】また、上述した第2のステップの後に、受信周波数の可変範囲の上限値あるいは下限値近傍におけるトラッキングエラーが大きいときにこれらの上限値あるいは下限値が含まれる一部の周波数帯域についてオフセット電圧の値を変更して設定する第3のステップを有することが望ましい。任意の値1点におけるトラッキング調整のみでは受信帯域全体におけるトラッキングエラーが所定値以下にならないような場合もあるが、最もトラッキングエラーが大きくなる受信周波数の上限値あるいは下限値を含む一部の周波数帯域に対応するオフセット電圧の値を変更することにより、容易に受信帯域全体におけるトラッキングエラーを所定の許容範囲内に抑えることができる。

【0020】また、本発明の受信機のトラッキング調整方法では、第4のステップにおいて、受信機の受信周波数をその可変範囲に含まれる任意の値に設定するとともに、このときの受信周波数と同じ周波数を有する所定のテスト信号を受信機に入力する。第5のステップにおいて、第4のステップにおいて各種の設定が行われた後の受信機のトラッキングエラーが最小となるように、デジタルーアナログ変換器の入力データを設定する。第6のステップにおいて、第5のステップにおいて設定された入力データをメモリに格納する。受信周波数の可変範囲に含まれる任意の値においてトラッキングエラーの測定が実施されるため、この測定の回数を減らすことによ

り、トラッキング調整に要する時間を短縮することができる。また、トラッキング調整の結果がメモリに格納されるため、この結果データの保存およびその後における利用が容易となる。

【0021】また、上述した第6のステップの後に、可変範囲の上限値あるいは下限値近傍におけるトラッキングエラーが大きいときに、これらの上限値あるいは下限値が含まれる一部の周波数帯域についてデジタル-アナログ変換器の入力データの内容を変更して設定する第7のステップと、この第7のステップにおいて設定された変更後のデジタル-アナログ変換器の入力データをメモリに格納する第8のステップを有することが望ましい。受信帯域の全体について共通の値を有するオフセット電圧を設定しただけではトラッキングエラーを所定の許容値以下に抑制することができない場合に、異なる値を有する複数のオフセット電圧を設定する必要があるが、このような場合であっても、複数のオフセット電圧の値に対応するデータをメモリに格納しておくだけでよいため、トラッキング調整の結果データの保存および利用が容易となる。

#### 【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明を適用した一実施形態のFM受信機について、図面を参照しながら説明する。図1は、本実施形態のFM受信機の構成を示す図である。同図に示すFM受信機100は、アンテナ1、高周波受信回路2、局部発振器3、2つのデジタル-アナログ変換器(DAC)4、6、2つの掛算回路5、7、制御部8、混合回路9、中間周波増幅回路10、検波回路11、低周波増幅回路12、スピーカ13を含んで構成されている。

【0023】高周波受信回路2は、アンテナ1から入力される放送波に対して、所定の同調周波数近傍の成分のみを選択的に通過させる同調動作を行うとともに、同調後の信号に対して高周波増幅を行うものであり、2つの高周波同調回路20、24と高周波増幅回路22を含んで構成されている。

【0024】アンテナ1が接続された初段の高周波同調回路20の出力を高周波増幅回路22で増幅し、さらにその増幅出力を2段目の高周波同調回路24に通すことにより、選択性を向上させている。また、2つの高周波同調回路20、24のそれぞれには、同調周波数を可変するための可変容量ダイオードが含まれており、可変容量ダイオードに印加する逆バイアスの同調電圧を変えることにより、各高周波同調回路20、24の同調周波数が連動して変更される。すなわち、高周波受信回路2では、2つの高周波同調回路20、24に印加される同調電圧に応じた受信周波数(同調周波数)の放送波が選択

される。

【0025】局部発振器3は、電圧制御発振器(VCO)31、分周器32、基準信号発生器33、位相比較器34、ローパスフィルタ(LPF)35を含んで構成されている。VCO31は、ローパスフィルタ35によって生成される制御電圧に対応した周波数の発振動作を行って局部発振信号を出力するものであり、VCO共振回路91と増幅器92を備えている。VCO共振回路91は、インダクタとコンデンサからなる並列共振回路であり、共振周波数を可変するための2つの可変容量ダイオードがコンデンサと並列に接続されている。そして、印加される逆バイアスの制御電圧に応じて可変容量ダイオードの容量が変化することにより、VCO共振回路91の共振周波数が変化する。また、増幅器92は、発振に必要な所定の増幅動作を行う。

【0026】分周器32は、VCO31から入力される局部発振信号を所定の分周比Nで分周して出力する。分周比Nの値は、制御部8によって可変に設定される。基準信号発生器33は、周波数安定度の高い所定周波数の基準信号を出力する。位相比較器34は、基準信号発生器33から出力される基準信号と分周器32から出力される信号(分周後の局部発振信号)との間で位相の比較を行い、位相差に応じたパルス状の誤差信号を出力する。ローパスフィルタ35は、位相比較器34から出力されるパルス状の誤差信号の高周波成分を除去して平滑化することにより、制御電圧を生成する。これらのVCO31、分周器32、位相比較器34、ローパスフィルタ35がループ状に接続されて、PLL(位相同期ループ)が構成されている。

【0027】なお、上述した高周波受信回路2内の高周波同調回路20、24のそれぞれに含まれる可変容量ダイオード、および局部発振器3内のVCO共振回路91に含まれる可変容量ダイオードのそれぞれは、電圧対容量の特性がほぼ同じなものが用いられている。

【0028】DAC4および掛算回路5は、高周波受信回路2内の高周波同調回路20に対して印加する同調電圧を生成するために用いられる。具体的には、本実施形態のDAC4は、局部発振器3内のローパスフィルタ35から出力される制御電圧Vcをデジタル-アナログ変換時の参照電圧として用い、制御部8から入力されるデジタルデータの値に応じた電圧を生成する。なお、以後の説明では、DAC4、6のそれぞれに対して制御部8から入力されるデジタルデータを「DAC入力データ」と称するものとする。

【0029】制御部8によってnビットのDAC入力データDが入力される場合に、DAC4の出力電圧Vaは次式のように表される。

$$V_a = V_c \times (D/2^n)$$

(1) 式において、DAC4に入力されるDAC入力データDの値が所定値に固定されているものとする、D

... (1)

DAC4の出力電圧Vaは、ローパスフィルタ35から出力される制御電圧Vcに応じて変化することとなる。な



お、DAC4に入力されるDAC入力データの値を設定する方法については後述する。

【0030】掛算回路5は、DAC4の出力電圧 $V_a$ に  

$$V_r = V_a \times K$$

この掛算回路5の乗数 $K$ は、例えば、“1”、“1.5”、“2”などいくつかの候補値が用意されており、いずれかの値を任意に設定できるようになっている。そして、乗数 $K$ の値は、局部発振信号の周波数の可変範囲と、高周波受信回路2における受信周波数の可変範囲とに基づいて設定される。本実施形態では、局部発振器3から出力される局部発振信号の周波数は、高周波受信回路2における受信周波数よりも10.7MHz高い値に設定されており、受信周波数の可変範囲と局部発振信号の周波数の可変範囲とを一致させようとすると、局部発振器3内で生成される制御電圧の可変範囲よりも高周波受信回路2に印加される同調電圧の可変範囲を大きく設定する必要があり、このために掛算回路5、7が用いられる。掛算回路5の出力電圧 $V_r$ は、同調電圧 $V_{t1}$ として高周波同調回路20に印加される。

【0031】また、DAC6および掛算回路7は、高周波受信回路2内の高周波同調回路24に印加する同調電圧を生成するために用いられる。DAC6は、上述したDAC4と同様に、制御部8から入力されるDAC入力データと、ローパスフィルタ35から出力される制御電圧 $V_c$ に応じた出力電圧 $V_a$ を出力する。掛算回路7は、上述した掛算回路5と同様に、DAC6の出力電圧 $V_a$ に対して所定の乗数 $K$ のアナログ掛算を行う。掛算回路7の出力電圧 $V_r$ は、同調電圧 $V_{t2}$ として高周波同調回路24に印加される。

【0032】上述したDAC4、6がオフセット回路に対応しており、これらのDAC4、6のそれぞれにおける出力電圧と入力電圧の差がオフセット電圧に対応している。制御部8は、FM受信機100の全体動作を制御するものであり、MPU81、インタフェース部(I/F)82、操作部83、EEPROM84を含んで構成されている。

【0033】MPU81は、操作部83から入力される受信周波数の設定値に応じて局部発振器3内の分周器32の分周比 $N$ を設定したり、DAC4、6のそれぞれに対応するDAC入力データを設定する等の所定の制御動作を行う。インタフェース部82は、外部のPC(パーソナルコンピュータ)128と制御部8内のMPU81との間を接続するためのものである。このインタフェース部82を介して、PC128からMPU81に対して各種指示を与えることができる。

【0034】操作部83は、各種の操作キーを備えており、受信周波数の設定等を行うために用いられる。EEPROM84は、データの記憶および消去を電氣的に行うことが可能なメモリであり、所定のオフセット電圧を生成するために必要なDAC入力データを格納する。

対して所定の乗数 $K$ のアナログ掛算を行う。具体的には、掛算回路5の出力電圧 $V_r$ は次式のように表される。

… (2)

05 【0035】混合回路9は、高周波受信回路2から出力される受信信号と、局部発振器3から出力される局部発振信号とを混合して、その差成分に対応する信号を出力する。中間周波増幅回路10は、混合回路9から出力される信号を増幅するとともに所定の中間周波数(10.7MHz)近傍の周波数成分のみを通過させることにより、中間周波信号を生成する。

10 【0036】検波回路11は、中間周波増幅回路10から出力される中間周波信号に対して検波処理を行い、音声信号を復調する。低周波増幅回路12は、検波回路11から出力される音声信号を所定のゲインで増幅する。スピーカ13は、低周波増幅回路12から出力される増幅後の音声信号に基づいて音声出力を行う。

15 【0037】テスト信号入力端子14は、トラッキング調整を行うために所定周波数のテスト信号を入力するためのものである。このテスト信号入力端子14を介して入力されたテスト信号は、高周波受信回路2に入力される。また、図1に示す歪率計120、レベルメータ122、テスト信号発生器126、PC128のそれぞれは、上述したFM受信機100内のDAC4、6に入力するDAC入力データの値を設定する所定のトラッキング調整を行うために用いられるものである。

20 【0038】歪率計120は、FM受信機100内の低周波増幅回路12から出力される増幅後の音声信号に基づいて歪率を計測する。レベルメータ122は、低周波増幅回路12から出力される増幅後の音声信号の信号レベルを計測する。図2は、歪率計120およびレベルメータ122の出力値と同調点との関係を示す図である。同図において、横軸が同調周波数に、左側の縦軸がレベルメータ122の出力値に、右側の縦軸が歪率計120の出力値にそれぞれ対応している。また、曲線aが歪率計120の出力値の変化の様子を、曲線bがレベルメータ122の出力値の変化の様子をそれぞれ示している。

25 【0039】図2に示すように、中央近傍の点線で示された最適な同調点では、歪率計120の出力値(歪率)が最小となり、レベルメータ122の出力値が最大となる。したがって、最適な同調点に対応する同調電圧を調べるには、レベルメータ122の出力値が最大となるような同調電圧を検出すればよいことになるが、レベルメータ122の出力値の同調点近傍における変化の度合いはなだらかであるため、最適な同調点を抽出することは容易ではない。このため、通常は歪率計120の出力値が最小となるような同調電圧を検出して、最適な同調点に対応する同調電圧として設定している。但し、無信号状態においても歪率計120の出力値が最小となるため、このような状態で誤った同調点の検出を行わないた  
 30  
 35  
 40  
 45  
 50

めにレベルメータ122の出力値も参照する必要がある。

【0040】テスト信号発生器126は、PC128からの指示に基づいて、所定周波数の搬送波に対してFM変調をかけることにより生成したテスト信号を出力する。このテスト信号は、上述したテスト信号入力端子14を介して、FM受信機100内の高周波増幅回路2に

入力される。  
【0041】PC128は、トラッキング調整を行う一連の動作を制御する。具体的には、PC128は、テスト信号発生器126に対して指示を送って所定のテスト信号をFM受信機100に入力するとともに、局部発振器3内の分周器32の分周比を所定値に設定することによりFM受信機100の受信周波数をテスト信号の周波数に設定する。また、PC128は、この状態において、DAC4、6のそれぞれに入力するDAC入力データの値を可変しながら歪率計120およびレベルメータ122の各出力値を読み取り、レベルメータ122の出力値が所定値以上であって歪率計120の出力値が最小となるDAC入力データを測定する。この測定によって求められたDAC入力データは、FM受信機100の制御部8に送られ、MPU81によってEEPROM84に格納される。上述したMPU81が電圧値設定手段に対応する。トラッキング調整の詳細手順については後述する。

【0042】本実施形態のFM受信機100はこのような構成を有しており、次に、PC128によって行われるトラッキング調整動作の詳細について説明する。図3および図4は、PC128の制御によって行われるトラッキング調整の動作手順を示す流れ図である。なお、本実施形態のFM受信機100には、トラッキング調整の対象となる2つのDAC4、6が含まれるため、いずれか一方のDACに着目してトラッキング調整を行う場合について説明する。

【0043】まず、PC128は、テスト信号発生器126に指示を送って、FM受信機100の受信周波数の可変範囲の中心周波数と同じ周波数のテスト信号をFM受信機100に入力する（ステップ100）。例えば、FM受信機100の受信周波数帯域が76.0～90.0MHzである場合を考えると、この可変範囲の中心周波数と同じ周波数である83.0MHzのテスト信号がテスト信号発生器126によって生成され、FM受信機100のテスト信号入力端子14に入力される。

【0044】また、PC128は、制御部8に指示を送って、局部発振器3の発振周波数（局部発振周波数）が、FM受信機100の受信周波数の可変範囲の中心周波数に対応する周波数になるように設定する（ステップ101）。例えば、本実施形態のFM受信機100では、受信周波数よりも10.7MHz高い周波数を有する局部発振信号が用いられているものとする、93.

7MHzの局部発振周波数を生成するために必要な分周器32の分周比が設定される。

【0045】このようにしてテスト信号の入力と局部発振周波数の設定が終了すると、次にPC128は、一方のDAC4に対応するDAC入力データの値を所定範囲で可変して、トラッキングエラーが最小となるDAC入力データの値 $D_1$ を測定し、（ステップ102）、この測定値を制御部8内のEEPROM84に書き込む（ステップ103）。上述したように、最適な同調点に設定されてトラッキングエラーが最小になると、歪率計120の出力値も最小となるため、PC128は、一方向にDAC入力データの値を可変していった、この歪率計120の出力値が最も小さくなるDAC入力データの値を測定する。また、このとき、PC128は、レベルメータ122の出力値が所定値以上であることを確認し、所定値以下である場合には所定のエラー表示を行う。

【0046】図5は、局部発振周波数と同調周波数の関係を示す図である。受信帯域の全域においてトラッキングエラーがない場合には、局部発振周波数を可変したときに同調周波数はこれよりも10.7MHz低い周波数に設定されるため、局部発振周波数と同調周波数とは、図5において直線cで示したような関係となる。ところが、一般には局部発振器3と高周波受信回路2の各回路構成や発振周波数、同調周波数の違い等に起因するトラッキングエラーが発生するため、上述した直線cとは異なる曲線dの関係を有することになる。

【0047】上述したステップ102の測定では、局部発振周波数を可変範囲の中心周波数に合わせたときに歪率計120の出力値を最小にするようなDAC入力データ $D_1$ を測定しているため、このDAC入力データ $D_1$ に対応してDAC4によって生成される電圧を掛算回路5に通した後に、その出力電圧を同調電圧 $V_{t1}$ として高周波同調回路20に印加することにより、この局部発振周波数および同調周波数に対応するトラッキングエラーを最小にすることができる。すなわち、ステップ102の測定を実施して一方のDAC4に対応するDAC入力データの値を設定することにより、図5の曲線eに示すような局部発振周波数と同調周波数の関係を満たすことができる。

【0048】次に、PC128は、受信帯域の全体についてトラッキングエラーが所定値以下となるか否かを調べ、一部の周波数帯においてトラッキングエラーが大きくなる場合には、この帯域が含まれる周波数範囲においてDAC入力データの値を変更する処理を行う。

【0049】具体的には、まずPC128は、テスト信号発生器126に指示を送って、FM受信機100の受信周波数の可変範囲の上限値と同じ周波数のテスト信号をFM受信機100に入力する（ステップ104）。また、PC128は、制御部8に指示を送って、局部発振周波数の可変範囲の上限値 $f_{max}$ に対応する周波数にな

るように局部発振周波数の値を設定する（ステップ105）。

【0050】このようにして受信周波数の上限値に対応する各種の設定が終了した後、PC128は、レベルメータ122の出力値を取り込んで、この値が所定値以上であるか否かを判定する（ステップ106）。このように、本実施形態では、受信周波数の上限値において、トラッキングエラーが所定値以下の許容範囲に含まれているか否かを、レベルメータ122の出力値を調べることにより判定している。図2に示したように、最適な同調点近傍においてはレベルメータ122の出力値の変化がなだらかになるが、最適な同調点から外れるにしたがってレベルメータ122の出力値が大きく低下するようになるため、トラッキングエラーが許容範囲を超えて大きくなったか否かはこのレベルメータ122の出力値のみを参照するだけで容易に判定することができる。

【0051】トラッキングエラーが大きくなってレベルメータ122の出力値が所定値以下に低下した場合にはステップ106の判定において否定判断が行われ、次にPC128は、局部発振周波数とその可変範囲の中央値 $f_c$ と上限値 $f_{max}$ のほぼ中間に対応する上側中間値 $f_1$ よりも高い場合に設定されるDAC入力データ $D_1$ として、上述した中央値 $f_c$ に対応するDAC入力データ $D_1$ に所定値 $d_1$ を加減算した値を設定し（ステップ107）、この設定値を制御部8内のEEPROM84に書き込む（ステップ108）。

【0052】なお、DAC入力データ $D_1$ に対してこの所定値 $d_1$ を加算あるいは減算したDAC入力データ $D_1$ をDAC4に入力することにより、局部発振周波数の可変範囲の上限値 $f_{max}$ においてトラッキングエラーが所定値以下となるような $d_1$ の値が予め求められており、上限値 $f_{max}$ におけるトラッキングエラーが大きい場合には、DAC入力データの値をこの上限値 $f_{max}$ を含む所定範囲の周波数において $D_1$ から $D_1$ に変更するだけで、中央値 $f_c$ から上限値 $f_{max}$ 値までの範囲におけるトラッキングエラーを所定値以下に抑えることができるようになっている。

【0053】また、局部発振周波数の上限値 $f_{max}$ に対応するトラッキングエラーが小さくてレベルメータ122の出力値が所定値以上である場合にはステップ106の判定において肯定判断が行われ、次にPC128は、局部発振周波数とその可変範囲の中央値 $f_c$ と上限値 $f_{max}$ のほぼ中間に対応する上側中間値 $f_1$ よりも高い場合に設定されるDAC入力データ $D_1$ として、上述した中央値 $f_c$ に対応するDAC入力データ $D_1$ と同じ値を設定し（ステップ109）、この設定値を制御部8内のEEPROM84に書き込む（ステップ110）。

【0054】このようにして、局部発振周波数の上限値 $f_{max}$ に対応するDAC入力データの設定処理が終了すると、同じ要領で、局部発振周波数の下限値 $f_{min}$ に対

応するDAC入力データの設定処理が実行される。すなわち、PC128は、テスト信号発生器126に指示を送って、FM受信機100の受信周波数の可変範囲の下限値と同じ周波数のテスト信号をFM受信機100に入力する（ステップ111）。また、PC128は、制御部8に指示を送って、局部発振周波数の可変範囲の下限値 $f_{min}$ に対応する周波数になるように局部発振周波数を設定する（ステップ112）。

【0055】このようにして受信周波数の下限値 $f_{min}$ に対応する各種の設定が終了した後、PC128は、レベルメータ122の出力値を取り込んで、この値が所定値以上であるか否かを判定する（ステップ113）。トラッキングエラーが大きくなってレベルメータ122の出力値が所定値以下に低下した場合にはステップ113の判定において否定判断が行われ、次にPC128は、局部発振周波数とその可変範囲の中央値 $f_c$ と下限値 $f_{min}$ のほぼ中間に対応する下側中間値 $f_1$ よりも低い場合に設定されるDAC入力データ $D_1$ として、上述した中央値 $f_c$ に対応するDAC入力データ $D_1$ に所定値 $d_1$ を加減算した値を設定し（ステップ114）、この設定値を制御部8内のEEPROM84に書き込む（ステップ115）。

【0056】なお、上述した加減算値 $d_1$ と同様に、DAC入力データ $D_1$ に対してこの $d_1$ を加算あるいは減算したDAC入力データ $D_1$ をDAC4に入力することにより、局部発振周波数の可変範囲の下限値 $f_{min}$ においてトラッキングエラーが所定値以下となるような $d_1$ の値が予め求められており、下限値 $f_{min}$ におけるトラッキングエラーが大きい場合には、DAC入力データの値をこの下限値 $f_{min}$ を含む所定範囲の周波数において $D_1$ から $D_1$ に変更するだけで、中央値 $f_c$ から下限値 $f_{min}$ 値までの範囲におけるトラッキングエラーを所定値以下に抑えることができるようになっている。

【0057】また、局部発振周波数の下限値 $f_{min}$ に対応するトラッキングエラーが小さくてレベルメータ122の出力値が所定値以上である場合にはステップ113の判定において肯定判断が行われ、次にPC128は、局部発振周波数とその可変範囲の中央値 $f_c$ と下限値 $f_{min}$ のほぼ中間に対応する下側中間値 $f_1$ よりも低い場合に設定されるDAC入力データ $D_1$ として、上述した中央値 $f_c$ に対応するDAC入力データ $D_1$ と同じ値を設定し（ステップ116）、この設定値を制御部8内のEEPROM84に書き込む（ステップ117）。

【0058】図6および図7は、本実施形態のFM受信機100における局部発振周波数の可変範囲とトラッキングエラーとの関係を示す図である。図6に示すように、局部発振周波数の中央値 $f_c$ においては、トラッキングエラーが最小になるように調整が行われてDAC4、6に入力するDAC入力データ $D_1$ が設定されるため、この周波数におけるトラッキングエラーはほとんど



存在しない。また、この中央値  $f_c$  と実際の局部発振周波数との差が大きくなるにしがたってトラッキングエラーも大きくなる。そして、図6に示したように、局部発振周波数の上限値  $f_{max}$  あるいは下限値  $f_{min}$  におけるトラッキングエラーが所定値  $\varepsilon$  を超える場合には、中央値  $f_c$  を含む周波数範囲に対応するDAC入力データ  $D_0$  と異なる値のDAC入力データ  $D_1$ 、 $D_2$  が、上側中間値  $f_1$  以上の周波数範囲あるいは下側中間値  $f_2$  以下の周波数範囲において設定されるため、図7に示すように、これらの各周波数範囲におけるトラッキングエラーが所定値  $\varepsilon$  以下となるようにトラッキング調整がなされる。

【0059】このように、本実施形態のFM受信機100のトラッキング調整は、局部発振周波数の中央値  $f_c$  において歪率計120とレベルメータ122を用いた測定が行われるだけであり、測定に比較的長い時間がかかる歪率測定の回数を減らしたことによる測定時間の大幅な短縮が可能になる。

【0060】次に、このようにしてトラッキング調整が行われたFM受信機100を用いてFM放送波を受信する場合の動作を簡単に説明する。所定の電源スイッチ

(図示せず)が操作されてFM受信機100が動作可能な状態にある場合に、制御部8内のMPU81は、操作部83が操作されて、受信周波数の変更が指示されたかを判定する。受信周波数の変更が指示された場合には、MPU81は、変更後の受信周波数に対応する局部発振周波数を生成するために必要な分周器32の分周比を計算し、この計算した分周比を分周器32にセットする。また、MPU81は、この変更後の受信周波数に対応する局部発振周波数が、図7に示すどの周波数帯に属するかを判定し、対応するDAC入力データ  $D_0$ 、 $D_1$ 、 $D_2$  のいずれかをDAC4、6のそれぞれに入力する。これにより、新たな受信周波数のFM放送波を受信した場合のトラッキングエラーが所定値以下に抑制され、受信帯域の全域において、良好な受信状態を維持することができる。

【0061】特に、本実施形態のFM受信機100は、局部発振器3に含まれるVCO共振回路91と高周波受信回路2に含まれる2つの高周波同調回路20、24とを類似した構成によって実現しており、しかも局部発振器3内で生成される制御電圧  $V_c$  が変化したときに、これに連動するように各高周波同調回路20、24に印加される同調電圧  $V_{t1}$ 、 $V_{t2}$  も変化して、同調周波数の変化が抑制される。このため、特別な温度補償回路が不要になる。また、DAC4、6のそれぞれは、局部発振器3から印加される制御電圧  $V_c$  を参照電圧として動作しているため、FM受信機100の電源電圧が不安定な場合であってもその影響を受けることがなく、電源電圧の変動によるトラッキングエラーの増大を防止することができる。

【0062】なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内において種々の変形実施が可能である。例えば、上述した実施形態では、局部発振周波数の上限値  $f_{max}$  あるいは下限値  $f_{min}$  において、レベルメータ122の出力値に基づいて測定したトラッキングエラーが所定値を超える場合には、局部発振周波数の中央値  $f_c$  に対応して設定されたDAC入力データ  $D_0$  の代わりに、予めトラッキングエラーが所定値以下になるように求めておいたDAC入力データ  $D_1$ 、 $D_2$  を用いるようにしたが、これら上限値  $f_{max}$  あるいは下限値  $f_{min}$  においてレベルメータ122の出力値を取得してトラッキングエラー量を監視しながらDAC入力データの値を可変し、トラッキングエラーが所定値以下となる適切なDAC入力データの値をその都度測定するようにしてもよい。

【0063】また、上述した実施形態では、局部発振周波数が上側中間値  $f_1$  よりも高いとき、あるいは下側中間値  $f_2$  よりも低いときに、必要に応じてDAC入力データの値を  $D_0$  から  $D_1$  へ1回だけ、あるいは  $D_0$  から  $D_2$  へ1回だけ切り替えるようにしたが、それぞれにおいて2回以上DAC入力データの値を切り替えるようにしてもよい。

【0064】また、上述した実施形態では、FM受信機100のトラッキング調整を行う場合について説明したが、スーパーヘテロダイン方式を採用したその他の受信機、例えばAM受信機、テレビジョン受信機、携帯電話等についても本発明を適用することができる。

【0065】また、上述した実施形態では、高周波受信回路2内の2つの高周波同調回路20、24のそれぞれに印加する同調電圧  $V_{t1}$ 、 $V_{t2}$  を別々に生成したが、2つの高周波同調回路20、24内の構成部品の素子定数を調整することにより、共通の同調電圧  $V_{t1}$  を用いてそれぞれの同調周波数を設定するようにしてもよい。この場合には、DAC6および掛算回路7が不要になるため、回路構成の簡略化が可能になるとともに、トラッキング調整に必要な手間も約半分になるため、FM受信機100の製造工程において行われる調整作業時間の大幅な低減が可能になる。

【0066】また、上述した実施形態では、トラッキング調整を行う際には、局部発振周波数を中央値  $f_c$  に設定し、歪率計120とレベルメータ122を用いた測定を行って、トラッキングエラーが最小となるDAC入力データ  $D_0$  の値を求めているが、局部発振周波数の設定値は中央値  $f_c$  に限定されるものではなく、これ以外の周波数の可変範囲に含まれる任意の値にしてもよい。具体的には、高周波同調回路20、24やVCO共振回路91に含まれる可変容量ダイオードの特性等によっては、図6に示したように、局部発振周波数の上限値  $f_{max}$  におけるトラッキングエラー量と下限値  $f_{min}$  におけるトラッキングエラー量とが等しくなるようにした場合

に、トラッキングエラー量が0となる周波数が局部発振周波数の中央値 $f_c$ からずれる場合がある。このような場合には、局部発振周波数を中央値 $f_c$ から上側あるいは下側に所定量だけずらした値に設定してトラッキング調整を行うことにより、局部発振周波数の可変範囲の全域でトラッキングエラーをより少なくすることができる。適切なDAC入力データ $D_i$ の値を求めることができる。

【0067】

【発明の効果】上述したように、本発明の受信機によれば、制御電圧に基づいて同調電圧を生成しているため、デジタル-アナログ変換器を用いた従来の受信機のように、トラッキングエラーが最小となる複数の同調電圧を測定によって求める必要がなく、トラッキング調整に要する時間を短縮することができる。

【0068】また、本発明の受信機のトラッキング調整方法によれば、受信周波数の可変範囲のほぼ中央値においてトラッキングエラーの測定が実施されるため、この測定の回数を減らすことにより、トラッキング調整に要する時間を短縮することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】一実施形態のFM受信機の構成を示す図である。

【図2】歪率計およびレベルメータの出力値と同調点との関係を示す図である。

【図3】PCの制御によって行われるトラッキング調整の動作手順を示す流れ図である。

【図4】PCの制御によって行われるトラッキング調整の動作手順を示す流れ図である。

【図5】局部発振周波数と同調周波数の関係を示す図である。

【図6】局部発振周波数の可変範囲とトラッキングエラーとの関係を示す図である。

【図7】局部発振周波数の可変範囲とトラッキングエラーとの関係を示す図である。

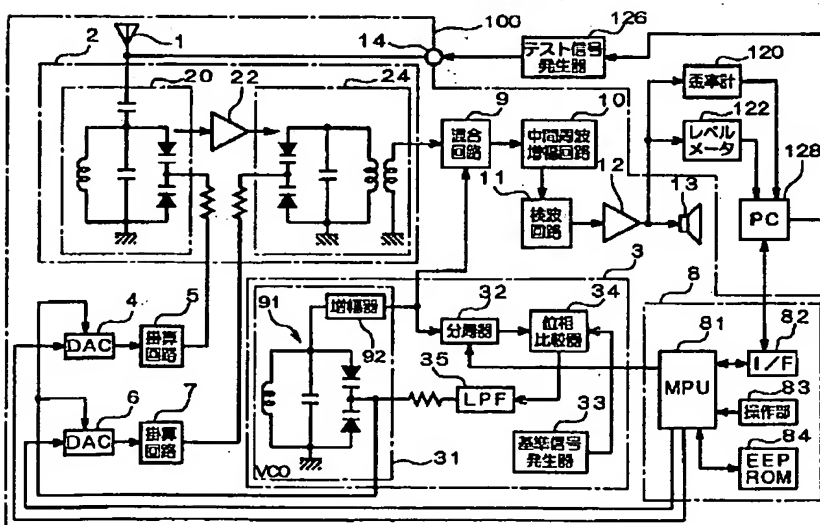
【図8】スーパーヘテロダイン方式を採用した従来の受信機の構成を示す図である。

【図9】メモリに格納されるデータの内容を示す図である。

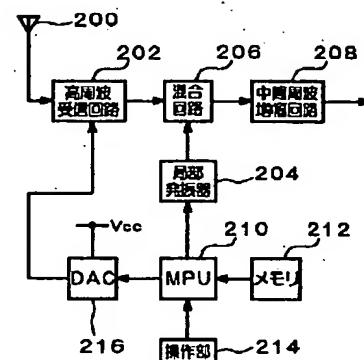
【符号の説明】

- 10 2 高周波受信回路
- 3 局部発振器
- 4、6 デジタル-アナログ変換器 (DAC)
- 5、7 掛算回路
- 8 制御部
- 15 9 混合回路
- 20、24 高周波同調回路
- 31 電圧制御発振器 (VCO)
- 32 分周器
- 33 基準信号発生器
- 20 34 位相比較器
- 35 ローパスフィルタ (LPF)
- 81 MPU
- 82 インタフェース部 (I/F)
- 84 EEPROM
- 25 91 VCO共振回路
- 92 増幅器
- 120 歪率計
- 122 レベルメータ
- 126 テスト信号発生器
- 30 128 パーソナルコンピュータ (PC)

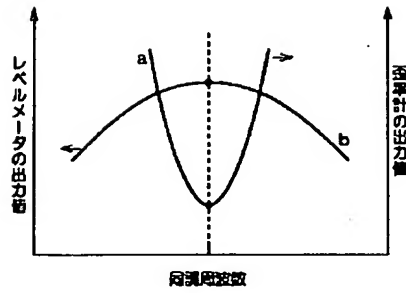
【図1】



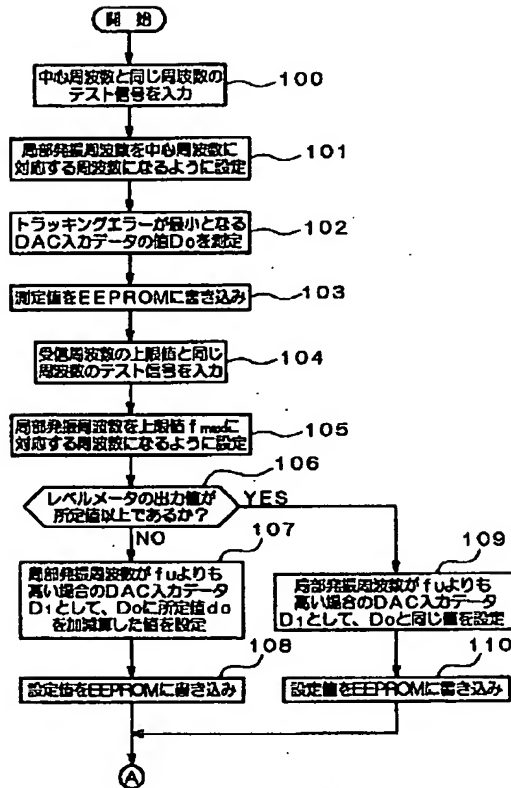
【図8】



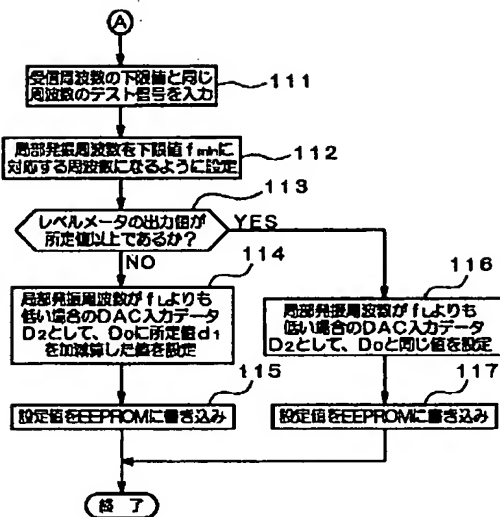
【図2】



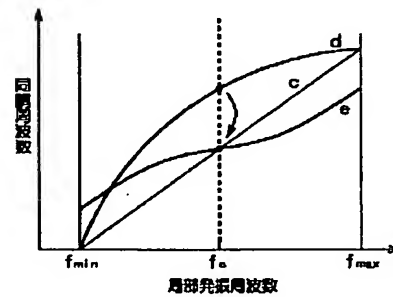
【図3】



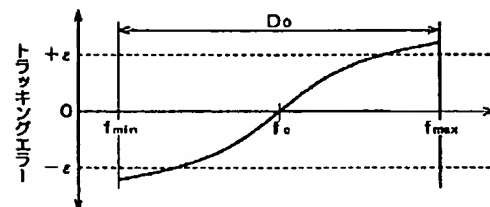
【図4】



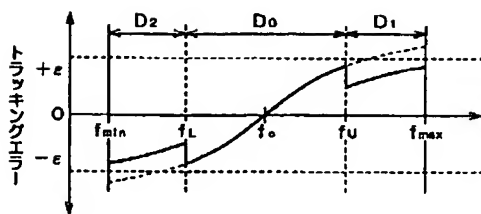
【図5】



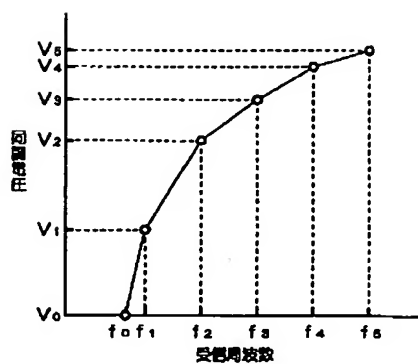
【図6】



【図7】



【図9】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**